

## 自動給餌機を用いたアユ種苗生産について - II

尾田 正・柳本志津

Mass Production of Seedling of Ayu Fish *Plecoglossus altivelis* with Automatic Feeder-II

Tadashi ODA and Shizu YANAGIMOTO

アユ *Plecoglossus altivelis* 種苗生産は、初期餌料としてのシオミズボワムシ *Brachionus plicatilis* (以下ワムシという) の発見<sup>1)</sup>、海水による飼育技術の開発<sup>2,3)</sup>等により、現在では1種苗生産機関で100万尾単位の生産が行われており、技術的にはほぼ確立されたと言える。しかし、その種苗生産工程にはまだ手作業の域を出ず、ワムシの培養、給餌作業、底掃除等多大な労力を必要としているのも事実である。

前報<sup>4)</sup>では、飼育初期に高水温による生理障害で仔魚が多数へい死したために、自動給餌機と手撒きによる飼育結果の比較ができなかったが、幾つかのハード面の改良とソフト面、すなわち自動給餌機を用いた種苗生産方法を開発することにより十分実用化できることを報告した。

今回は、日本アルミニウム工業KKが開発、改良した自動給餌機(商品名アクアフィーダー)を用い、量産規模でアユ種苗生産を行い、従来の手撒き法と成長、生残率、肥満度等について比較検討したので報告する。

なお、本研究は社団法人マリノフォーラム21配合飼料研究部会の委託試験として実施したものである。

### 材料と方法

**自動給餌機** 自動給餌システムの概要を図1に示した。コンプレッサーからの圧縮空気によりホッパー(飼料供給機)内の配合飼料を吹き出し、分岐装置で目的の水槽へ配合飼料が送られる。配合飼料は回転しているノズルから直径2~3mの円周上に散布されるようになっている。テーブルフィーダーは微粉飼料(粒径約0.4mm以

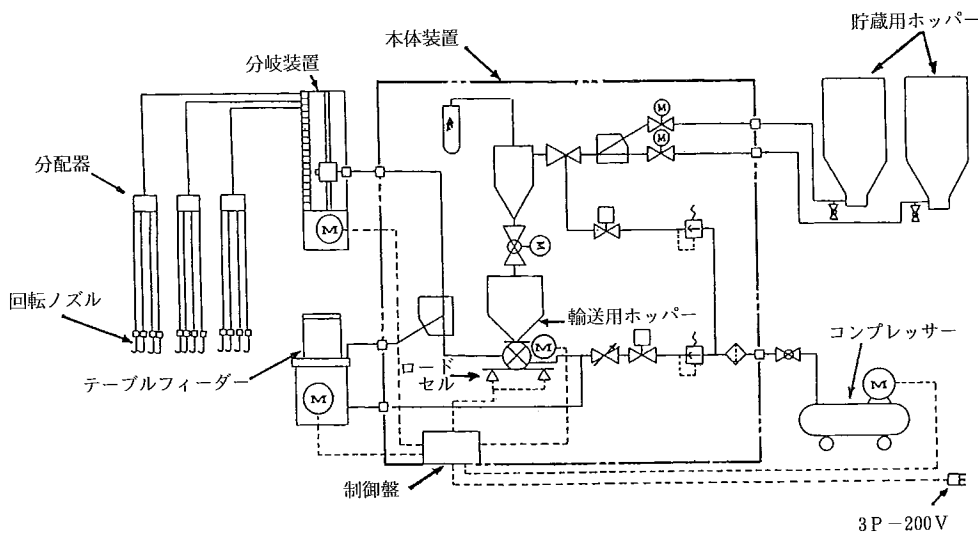


図1 自動給餌機の基本システム概要

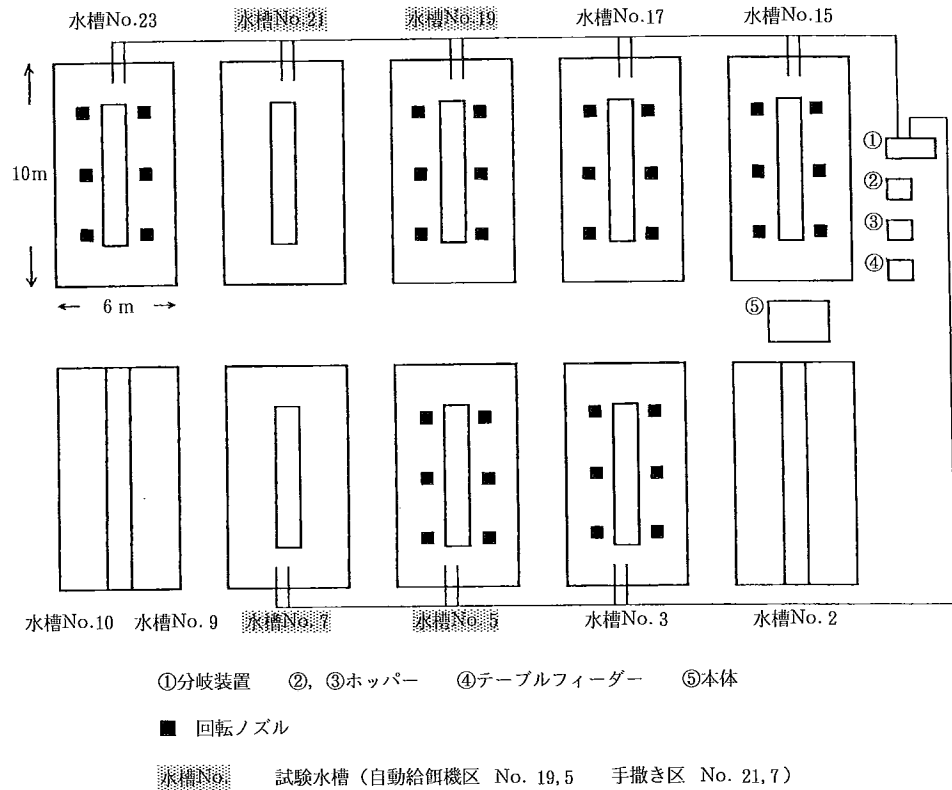


図2 自動給餌機の配置図

下)用であり、給餌時間によって給餌量を設定するが、比較的粒径の大きい配合飼料は、貯蔵ホッパーから輸送用ホッパーに吸引して規定の重量をロードセルで計量後、ロータリーバルブで送られるシステムになっている。前報の自動給餌機と機能面で大きく異なるのは、水槽毎に異なる給餌量が設定できることと、3種類の異なる粒径の配合飼料が水槽毎に選択できることである。

その主な仕様は以下のとおりである。

対象：配合飼料 (粒径0.1~1.5mm)

対象水槽：10水槽 (2分岐 / 水槽)

供給量：ロータリーバルブ 30g/分~300g/分  
テーブルフィーダー 5g/分~45g/分

輸送距離：50m

分岐数：20分岐

分配数：3分配 / 分岐

その他：給餌時刻、給餌回数 / 日、給餌量 / 回の任意設定と1日の給餌量のプリントアウト

採卵とふ化 試験に用いた卵は、1991年10月15日に木曾川 (愛知県一宮市) で漁獲された天然親魚を、乾導法で人工授精し、湿潤状態で当栽培漁業センターまで運搬したものをを用いた。水生菌の発生を防ぐためにマラカイトグリーン 3 mg/l の濃度で30分の薬浴を、ふ化までに2回実施した。発眼卵の平均卵径は1.0mm、標準偏差は0.05mm (n=50) であった。

飼育水槽 屋内コンクリート製70kl (10.0×3.0×1.5 m)水槽を用いた。実験水槽とした自動給餌機区はNo.19、手撒き区はNo.21を用いた。開始時は1水槽ずつであったが、飼育途中にサイフォンで分槽を行い、No.19はNo.5に、No.21はNo.7に分槽した。

1水槽当たり2分岐、すなわち回転ノズル6個を図2のように設置した。

飼育方法 ふ化までは淡水で管理し、すべての卵がふ化した後、ろ過海水を静かに注水して1/2海水とした。飼育初期は微流水、あるいは止水としたが、仔魚の成長

表1 給餌時刻と餌料種類

試験区	自動給餌機区					手撒き区				
	日齢	0~12	13~28	29~39	40~72	73~78	0~12	13~39	40~72	73~78
時刻										
6:00										
7:00		AD								
8:00		AD	AD	AD	AD					
9:00							AD	AD	AD	
10:00		AD	AD	AD	AD					
11:00	R	R	R			R	R	AD	AD	
12:00				AD	AD					
13:00			AD							
14:00		AD					AD			
15:00	R	Ar	Ar	Ar	AD	R	Ar	Ar	AD	
16:00										
17:00		AD	AD	AD	AD		AD	AD	AD	
備考	日齢13~52 テーブルフィーダー使用 日齢53 ホッパー使用 (パイプレーション 取り付け)									

R: シオミズツボワムシ Ar: アルテミア幼生 AD: 配合飼料

及び給餌量の増加に応じて注水量を増やし、最終的には3回転/日となるようにした。

自然海水温が20℃を上回っていた11月上旬までは、冷水機を使用して飼育水温を20℃以下に保った。また自然海水温が12℃台に低下した12月下旬から加温を行い、13~14℃になるようにした。

水槽内には餌が流れるように、注水とエアレーションを利用して時計回りに飼育水が流れるようにした。

水槽上方には常時遮光幕を張り、晴天時でも3~5 klux程度にした。

ワムシは0~39日齢、アルテミア *Artemia salina* 幼生は14~77日齢、配合飼料は13日齢~終了時まで給餌した。ワムシとアルテミア幼生は仔魚に給餌する前に、ニフルスチレン酸ナトリウム1~2 mg/lの濃度で薬浴を行った。また、アルテミア幼生は57日齢までは乳化オイル(商品名エステル85, オリエンタル酵母KK)で油脂の強化を図った。配合飼料は常に2~3社のアユ仔魚用、あるいは海産仔魚用を混合して与えた。

各餌料の給餌時刻を表1に示した。自動給餌機区は、配合飼料を1日に5~7回給餌したのに対し、手撒き区はそれより1回少ない4~6回であった。これは、タイマーにより自動給餌機区が早朝に1回多く給餌するようにしたからである。

手撒きによる配合飼料の散布方法は、粒径の小さい配合飼料(約0.4mm以下)の場合は目の細かい抄い網を用いて水槽の周囲から水面に均一になるように揺すって散布したが、粒径の大きい配合飼料はスプーンに盛って水面に散布した。

底掃除は原則として毎日、自動底掃除機(商品名かず兵衛, ヤンマー工業KK)あるいはサイフォンを利用して人力で行った。

水温は午前10時頃に測定した。

仔魚はふ化してから10日毎に各試験水槽からランダムにサンプリングし、MS222で麻酔後、全長を測定した。終了時には、各試験水槽から約450尾をサンプリングし、5%ホルマリンで固定後、全長、体重を測定した。

表2 給餌期間と総給餌量

水槽 No.	分槽先 No.	シオミズツボワムシ			アルテミア幼生			配合飼料		
		期間 (日齢)	日数 (日)	給餌量 (億個体)	期間 (日齢)	日数 (日)	給餌量 (億個体)	期間 (日齢)	日数 (日)	給餌量 (kg)
19	5	0~39	40	381.9	14~70	53	19.3	13~71	59	54.6
		34~39	6	46.1	34~77	35	12.8	34~78	45	55.8
小計				428.0	32.1		110.4			
21	7	0~39	40	381.6	14~70	53	19.7	13~71	59	48.6
		35~39	5	35.6	35~77	34	12.7	36~78	43	50.5
小計				417.2	32.4		99.1			
合計				845.2	64.5		209.5			

## 結果と考察

**飼育結果** 本年は疾病の発生もなく、飼育経過は非常に良好であり、初期に仔魚がほとんどへい死しなかったため、仔魚の飼育密度が高くなり過ぎた。そこで適正収容密度を保つために、両水槽から21日齢に、14.1万尾ずつを廃棄するとともに、34~46日齢にはサイフォンを用いてそれぞれ分槽を行い、飼育密度を低くするように努めた。

試験期間中の総給餌量を表2に示した。1日の給餌量は、ワムシが4~25個体/ml、平均13.6個体/ml、アルテミア幼生が0.2~1.1個体/ml、平均0.5個体/ml、配合飼料が0.57~35.7g/kgであった。本年は特にワムシの培養

が順調で仔魚に充分量を与えることができた。

成長と水温変化を図3に示した。水温は13~19℃であり、おおむねアユ仔魚の飼育適水温の範囲を推移した。自動給餌機区と手撒き区との成長はほとんど変わらなかった。このことは、自動給餌機による飼料の散布可能面積は手撒き法に比べると小さいが、飼育水表面が流れるように工夫することや、早朝にも給餌することによって、アユ仔魚は、飼料との接遇機会が増えて摂餌状況が良くなることを意味すると考えられる。

飼育結果を表3に示した。73, 79日齢まで飼育した結果、2水槽の平均生残率は、自動給餌機区が80.8%, 手撒き区は91.1%となり、後者の方が優れていた。しかし、この生残率は非常に高く、平成3年度の西日本種苗生産

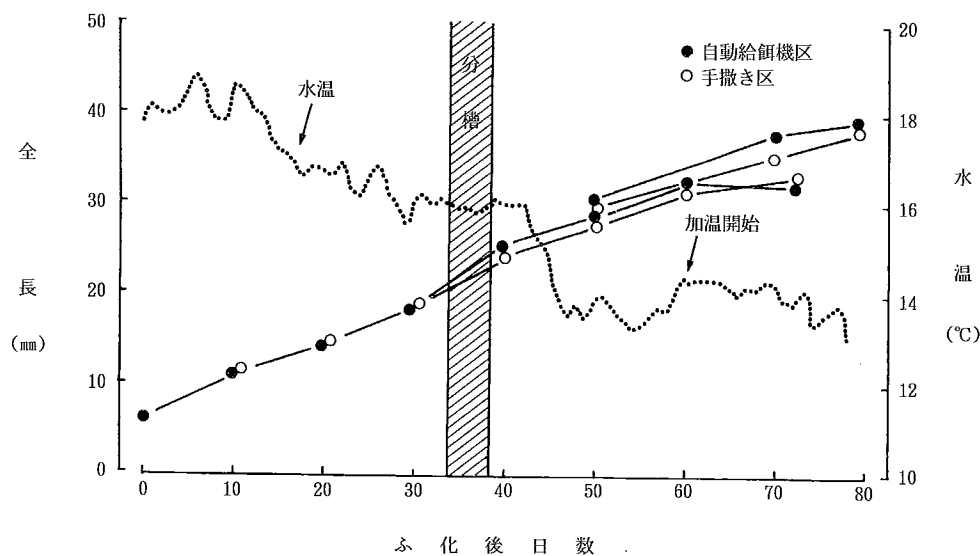


図3 アユ仔魚の成長と水温変化

表3 自動給餌機区と手撒き区の比較

項目	自動給餌機区		手撒き区	
	水槽 No. 19	水槽 No. 5	水槽 No. 21	水槽 No. 7
開始時				
月日	10. 29		10. 29	
収容尾数(万尾)	132. 6		132. 6	
平均全長(mm)	6. 9(n=50)		6. 9(n=50)	
標準偏差(n-1)	0. 17		0. 17	
平均体重(mg)	0. 5		0. 5	
一部廃棄尾数(万尾)	14. 1		14. 1	
廃棄月日(日齢)	11. 19 (21)		11. 19 (21)	
分槽月日		12. 2, 5		12. 3, 6, 14
終了時				
月日	1. 9	1. 16	1. 9	1. 16
飼育日数(日)	73	43	73	42
尾数(万尾)	62. 2	33. 6	69. 0	39. 0
平均全長(mm)	32. 2(n=448)	39. 3(n=448)	32. 3(n=450)	38. 5(n=448)
標準偏差(n-1)	3. 43	3. 57	4. 31	2. 98
変動係数(%)	10. 7	9. 1	13. 3	7. 7
平均体重(mg)	83	202	91	185
標準偏差(n-1)	44. 0	71. 1	48. 7	58. 1
変動係数(%)	53. 0	35. 2	53. 5	31. 4
平均肥満度	2. 28	3. 18	2. 43	3. 14
標準偏差(n-1)	0. 520	0. 372	0. 440	0. 365
変動係数(%)	22. 8	11. 7	18. 1	11. 6
総給餌量*1(dry・g)	63, 302	56, 720	57, 532	51, 475
総魚体重(wet・g)	51, 626	67, 872	62, 790	72, 150
日間成長量(mm)	0. 347	0. 405	0. 348	0. 395
生残率*2(%)		80. 8		91. 1
飼料効率*3(%)		99. 1		123. 2

\*1 重量 シオミズツボワムシ: 2 $\mu$ g/個体 アルテミア幼生: 14 $\mu$ g/個体  
水分含量 シオミズツボワムシ, アルテミア幼生: 90% 配合飼料: 3%

\*2 {終了時尾数 / (開始時尾数 - 廃棄尾数)}  $\times$  100

\*3 (総増加魚体重 / 総給餌量)  $\times$  100

機関のアユ種苗生産の平均生残率39.9%\*を大きく上回るものであった。また、本年度、試験区とはしなかったが、自動給餌機を用いて種苗生産を行った水槽では、いずれも手撒き区以上の生残率を示した(付図1)ことも考慮すれば、自動給餌機が特にアユ仔魚の生残率を低くしたとは思えない。

終了時におけるアユ仔魚の平均全長、体重、肥満度、日間成長量を分槽元、分槽先の水槽についてそれぞれを比較すると、統計的(t検定)な有意差はなかった。また、全長組成にも特に違いは認められず、むしろ水槽No.19の方が水槽No.21よりも揃っているような傾向さえ見られた(図4-1, 2)。飼料効率は、自動給餌機区が手撒き区よりも劣ったが、これは、自動給餌機区の水槽No.19の

推定生残数を実際の現存数より大きく見積もっていたために、給餌量を多くしたことによるものであった。

水槽No.19と21は、平均全長が0.1mmしか差がないにも拘わらず、平均肥満度、変動係数に差が見られた。そこで全長別の肥満度を比較したところ(図5-1, 2)、分槽先の水槽No.5とNo.7には大きな違いは見られなかったが、水槽No.19は21に比べると、同じ全長でも肥満度のばらつきが大きいことが分かった。前述したように、日間成長量、肥満度等については、差が認められなかったにも拘わらず、肥満度にばらつきがあったが、これがどのような原因で生じたかについては、今後、更に検討していく必要がある。具体的には、水槽の単位面積当たりに必要な回転ノズル数の把握、仔稚魚の発育段階別の適正給餌時間、給餌回数など自動給餌機を用いた飼育ソフトの開発を行っていかねばならない。今回使用した自動

\*平成3年度西日本種苗生産機関連絡協議会資料

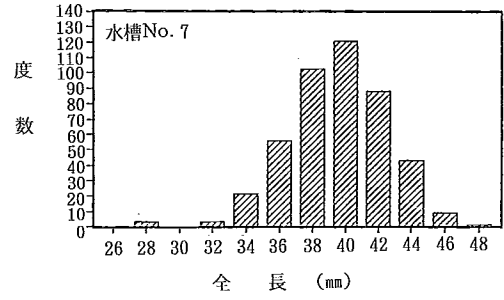
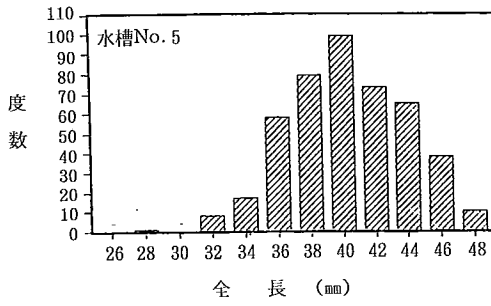
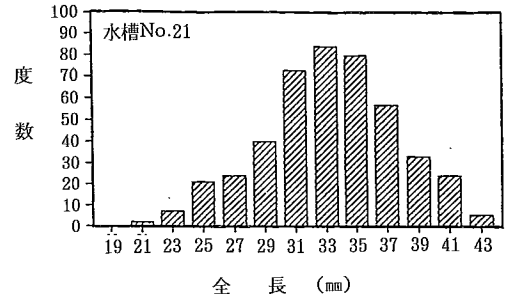
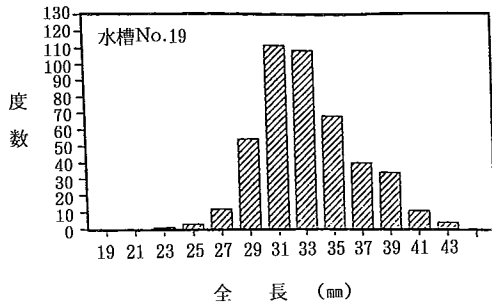


図4-1 自動給餌機区の終了時における全長の度数分布

図4-2 手撒き区の終了時における全長の度数分布

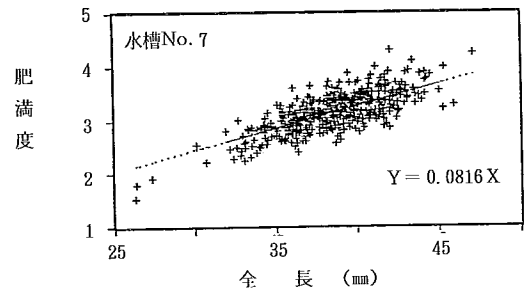
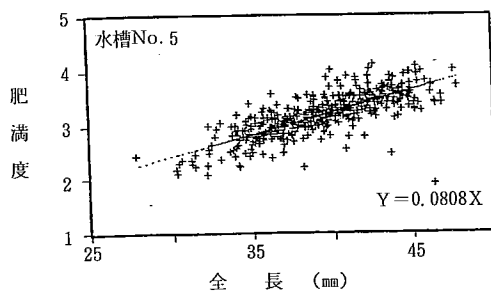
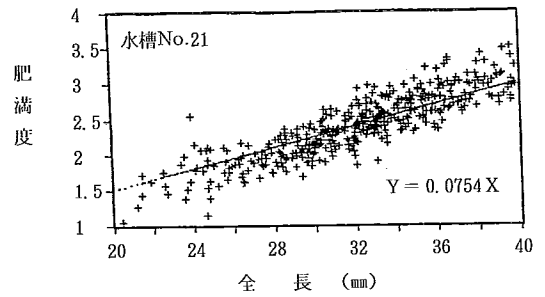
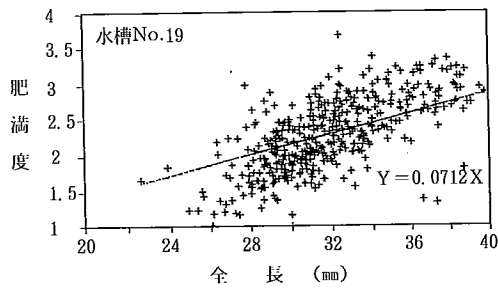


図5-1 自動給餌機区の終了時における全長と肥満度の関係

図5-2 手撒き区の終了時における全長と肥満度の関係

給餌機は、前報<sup>4)</sup>で問題となった回転ノズルの回転不良も全く生じることはなく信頼性は非常に向上した。また、3種類の飼料を仔稚魚の成長に応じて給餌できたのでより細やかな飼育ができた。

今回の飼育実験からだけでは、手撒き区の方が優れている結果になった。しかし、これは既述したとおり、今回実験区以外の自動給餌機使用水槽では生残率は非常に高く、実験区とした水槽の生残率が最も低い結果になってしまったためでもあった。肥満度のばらつきも生残率が低い、すなわち何らかの生物的、非生物的環境悪化がNo.19にあったためであり、一概に自動給餌機が原因と結論づけない方が良いとも考えられる。

自動給餌機を用いることによって、多大な労力を要する給餌作業から解放されたことから、仔魚の観察が十分にでき、摂餌状況や残餌量に応じて給餌量を調整するなどきめ細かい飼育が可能となった。そのことが、当栽培漁業センター始まって以来の高生残率を残せた原因であると思われる。今後、更にアユ以外の魚種についても飼育を行い、飼育データを蓄積し、それぞれの魚種に適した飼育ソフトを作成することによって、より安定した種苗生産が可能になってくると思われる。

#### 要 約

1. 日本アルミニウムKKが開発した自動給餌機を用いて量産規模でアユ種苗生産を行った。
2. 疾病の発生や原因不明のへい死もなく、飼育は非

常に順調であった。

3. 仔魚の飼育密度が過密になったので、一部の仔魚を廃棄するとともに、分槽を行って適正な収容密度を保つようにした。

4. 73, 79日齢まで飼育した結果、自動給餌機区の生残率は80.8%, 手撒き区は91.1%であり、後者の方が優れていた。

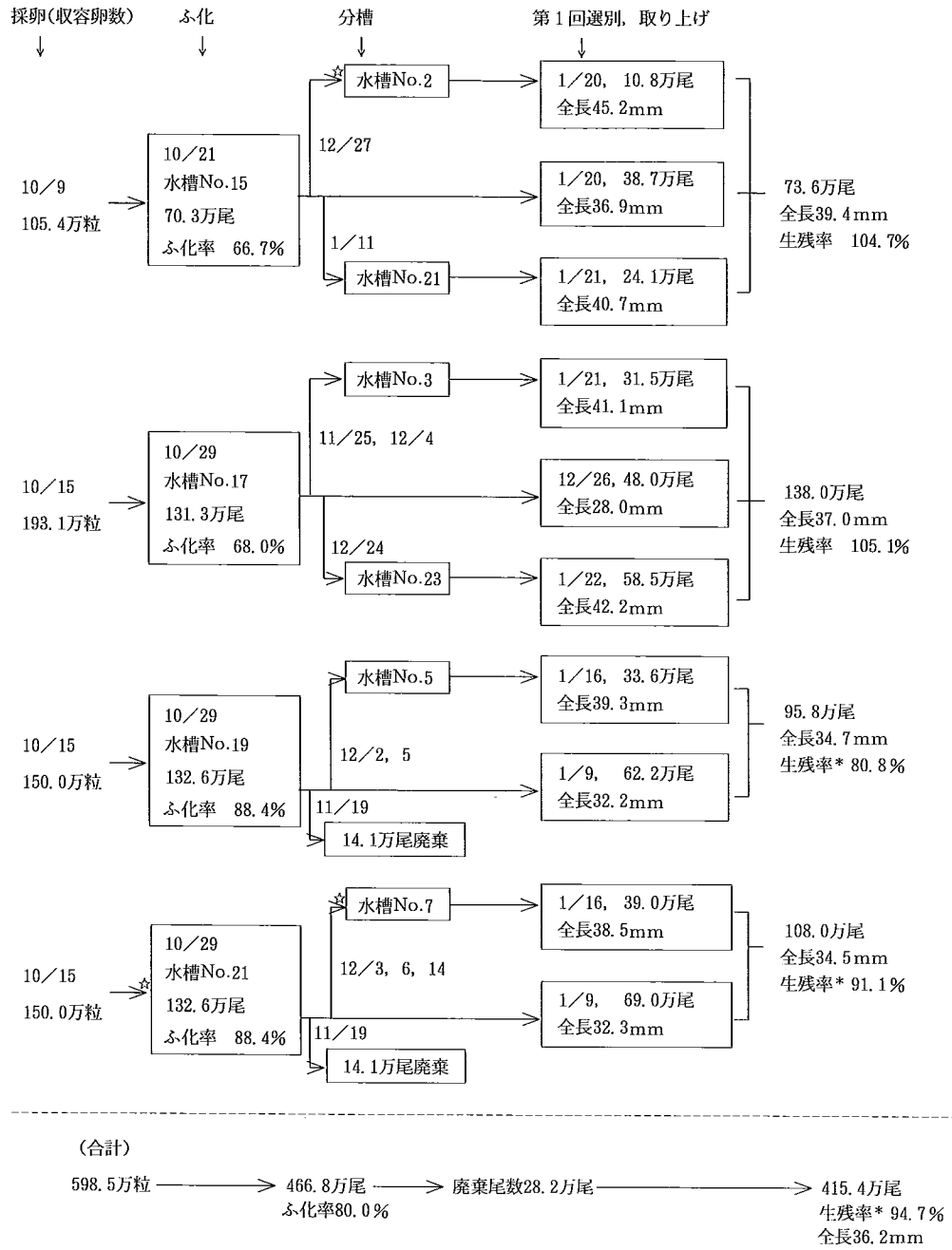
5. 終了時の平均全長, 体重, 肥満度には差は認められなかった。

6. しかし、肥満度のばらつきは自動給餌機区の方が大きかった。

7. 自動給餌機を使用した飼育ソフトを開発することによって手撒き以上の生残率, 成長を期待できると思われた。

#### 文 献

- 1) 伊藤 隆, 1960: 輪虫の海水培養と保存について, 三重大紀要, 3(3), 708-740
- 2) 星野 暹・山本喜久蔵・安家重材・和田 功・直江知也, 1966: アユ種苗生産に関する研究, 岡山水試事報, 昭和40年度, 128-149
- 3) 山口内海水試, 1966: アユ人工孵化仔魚の飼育試験, 第2回アユ部会集録, 6 pp.
- 4) 尾川 正・佐藤二郎, 1990: 自動給餌機を用いたアユ種苗生産について, 岡山水試報, 5, 53-57



\* (取り上げ尾数 / (ふ化尾数 - 廃棄尾数)) × 100

☆ 手撒き水槽 水槽No.2は35kl, その他水槽は全て70kl

付図1 採卵から終了時までのフローチャート